

Express Mail Label No.

Dated: \_\_\_\_\_

Docket No.: 03191/000N086-US0  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Christian Rieger, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: METHOD FOR CONTROLLING AN  
AUTOMATED CLUTCH

Examiner: Not Yet Assigned

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Date</u>   |
|----------------|------------------------|---------------|
| Germany        | 101 16 321.5           | April 2, 2001 |

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: October 2, 2003

Respectfully submitted,

By

  
Joseph R. Robinson

Registration No.: 33,448

DARBY & DARBY P.C.

P.O. Box 5257

New York, New York 10150-5257

(212) 527-7700

(212) 753-6237 (Fax)

Attorneys/Agents For Applicant



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 16 321.5

**Anmeldetag:** 02. April 2001

**Anmelder/Inhaber:** LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,  
Bühl, Baden/DE

Erstanmelder: LuK Lamellen und Kupplungsbau  
GmbH, Bühl, Baden/DE

**Bezeichnung:** Kraftfahrzeug

**IPC:** B 60 K 41/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Juni 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag




LuK Lamellen und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

GS 0506

**Patentansprüche**

- 
1. Verfahren, Vorrichtung und deren Verwendung zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges insbesondere mit einem Antriebsmotor, einer Kupplung und/oder einem Getriebe im Antriebsstrang, gekennzeichnet durch mindestens eines der nachfolgenden in den Anmeldungsunterlagen enthaltenen Merkmale oder der Kombination von mindestens zwei dieser Merkmale.

LuK Lamellen- und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

GS 0506

### **Kraftfahrzeug**

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges sowie Mittel zur Durchführung des Verfahrens und die Verwendung in einem Kraftfahrzeug.

10 Die Erfindung betrifft insbesondere Vorrichtungen und Verfahren und deren Verwendung zur automatisierten Betätigung eines Aggregats im Antriebsstang eines Kraftfahrzeuges, wie insbesondere einer Kupplung, eines Getriebes und/oder eines Antriebsmotors.

15 Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung nach dem Stand der Technik zu verbessern, insbesondere im Hinblick auf Lebensdauer, Verschleiß, Funktionalität, Aufbau, Teilevielfalt, Komfort, Montagefreundlichkeit, Kosten und Sicherheit.

20 Der Erfindung lag weiterhin die Aufgabe zugrunde, zur Kupplungsbetätigung eine von einer Steuereinheit verwendbare Anfahrfunktion zu entwickeln, mittels welcher ein Anfahren eines Kraftfahrzeuges durch gezieltes Schließen einer Kupplung ansteuerbar ist. Dazu wird eine von einer Betätigungseinheit automatisiert betätigbare Kupplung aufgrund von Steuersignalen derart angesteuert, daß sie ein Anfahren des Fahrzeuges ermöglicht, indem sie gezielt eingerückt wird.

25 Der Erfindung lag eine weitere Aufgabe zugrunde, in der Steuerung einer automatisierten Kupplung Kenngrößen, wie beispielsweise einen Reibwert, derart zu

erfassen bzw. zu verwenden, daß das Ein- und/oder Ausrücken ohne unnötig lange Schlupfphasen erfolgen kann. Bei Fahrzeugen mit automatisierter Kupplung kann der von dem Steuerverfahren verwendete Reibwert beim Herunterfahren des Steuergerätes der automatisierten Kupplung, also beim Abschalten, gespeichert werden. Beim Start des Steuergerätes wird für die Initialisierung der Reibwert-Adaption dieser abgespeicherte Reibwert verwendet.

Weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine Kupplung derart zu steuern, daß durch Temperaturänderungen hervorgerufene Abweichungen nicht zu einem unkomfortablen oder sicherheitskritischen Verhalten führen.

Erfindungsgemäß wird zumindest eine obige Aufgabe bei einem eingangs geschilderten Kraftfahrzeug dadurch gelöst, daß ein Beobachtersystem oder eine Beobachterstrategie zur Bestimmung des Motordrehzahlgradienten und des Kupplungsreibwerts eingesetzt wird.

Moderne Motorsteuerungen von Kraftfahrzeugen bieten beispielsweise über CAN Informationen über die Motordrehzahl, nicht jedoch bezüglich deren zeitlicher Ableitung, die für verschiedene Steuer- und Regelungsaufgaben im Antriebsstrang hilfreich oder notwendig ist.

Ein Weg zur Approximation besteht in der Bildung des Differenzenquotienten:

$$\dot{n}_m = \frac{d n_m}{d t} \approx \frac{n_m(t_k) - n_m(t_{k-1})}{\bar{T}_A}$$

Diese Lösung besitzt jedoch die Nachteile des Rauschens und, daß Phasenverluste auftreten können. Auch kann eine zur Signalglättung verwendbare Filterung des Signals zu einem Phasenverlust führen.

- Eine insbesondere in Verbindung mit Systemen mit automatisierter Kupplung und/oder automatisiertem Getriebe vorteilhafte Lösung besteht in der Verwendung eines Beobachters, da hierbei in Schlupfphasen neben der Motordrehzahl und dem Motormoment auch das eingestellte Kupplungsmoment in die Bestimmung des Drehzahlgradienten einfließen kann.

- Die prinzipielle Struktur des Beobachters besitzt folgendes Aussehen, siehe Figur 3. Der Vorteil der Beobachterstruktur ergibt sich aus der Tatsache, daß zur Gradientenbestimmung nicht nur die Drehzahl, sondern auch die Drehmomente als Ursache eines Drehzahlgradienten herangezogen werden. Der strichliert gezeichnete Block  $T_{\text{Tot}}$  in Figur 3 kann zusätzlich eingeführt werden, um eventuell vorhandene Zeitverzögerungen beim Messen und Senden der Motordrehzahl durch die Motorsteuerung zu berücksichtigen. Die Empfindlichkeit des Beobachters wird mit Hilfe des Verstärkungsfaktors  $\hat{K}$  eingestellt. Eine Erweiterung der Beobachterstruktur im Sinne einer modellbasierten Systemidentifikation ist ebenfalls möglich, um während der Schlupfphasen Kupplungskenngrößen wie den Reibwert zu identifizieren

- Der physikalische und somit auch der von dem Steuerverfahren verwendete Reibwert erhöht sich relativ stark bei einer Erwärmung der Kupplung. Stellt man das Fahrzeug mit warmer Kupplung und somit hohem physikalischen und von dem Steuerverfahren verwendeten Reibwert ab und fährt dann beispielsweise nach ca. 2-3 Stunden wieder mit kalter Kupplung los, so hat der von dem Steuerverfahren verwendete Reibwert bei Motorstart den selben hohen Wert, wie beim Abstellen des Fahrzeugs. Der physikalische Reibwert der Kupplung ist jedoch aufgrund der abgekühlten Kupplung wieder abgesunken. Somit fährt das Fahrzeug mit falschen von dem Steuerverfahren verwendeten Reibwert los. Dadurch werden die Schaltungen schlupfig, das heißt, daß zuviel Schlupf bzw. zu lange Schlupfphasen auftreten. Dieser Zustand hält so lange an, bis der von dem Steuerverfahren verwendete Reibwert wieder richtig adaptiert wurde.

Vorteilhaft ist es, wenn der von der Steuerung verwendete Reibwert bei Motorstart auf eine andere Art zu initialisieren. Die Initialisierung kann dabei folgendermaßen durchgeführt werden:

- 5    1. Initialisierung des von der Steuerung verwendete Reibwert mit einem fest vorgegebenen Reibwert (RW-Init).
2. Initialisierung des von der Steuerung verwendeten Reibwerts nach einer Funktion der Motor-Abstellzeit. Dabei läuft der Reibwert zum Zeitpunkt „Motor aus“ in Abhängigkeit von der Motorabstellzeit auf einen nominellen Initialisierungswert (RW\_Init).
3. Initialisierung des von der Steuerung verwendeten Reibwerts nach einer Funktion der Temperatur. Anhand eines Temperaturmodells, mit dem die auch eine Kupplungstemperatur bestimmt werden kann, kann beim Einschalten des Steuergerätes unter anderem die Abkühltemperatur bei ausgeschaltetem Motor berechnet werden. Der Initialisierungs-Reibwert könnte mit diesem Temperaturmodell bestimmt werden. Ebenso kann man die Kühler-  
15    temperatur, Motortemperatur o. ä. verwenden, wenn diese für das Steuergerät zur Verfügung steht.
4. Bestimmen des Initialisierungs-Reibwertes durch ein Kennfeld. Dieses Kennfeld kann entweder in Bezug auf die Motorabstellzeit oder auf die Abkühltemperatur des Motors oder der Kupplung bezogen sein.
5. Bestimmen des nominellen Initialisierungs-Reibwertes (RW\_Init). Für die Bestimmung des nominellen Initialisierungsreibwertes kann erfindungsgemäß zumindest eine der folgenden Möglichkeiten herangezogen  
25    werden:
  - a) Den Initialisierungsreibwert auf einen festen Wert setzen, z. B. auf einen Reibwert-Ersatzwert oder auf den nominellen Reibwert.

- b) Der nominelle Initialisierungsreibwert kann adaptiert werden. Hierzu kann z. B. der nominelle Initialisierungsreibwert in bestimmten Zeitabständen neu festgesetzt werden.
- c) Eine Adaption des nominellen Initialisierungsreibwertes bei bestimmten Temperaturen, z. B. nur im Bereich von 80°C... 100°C, damit der Reibwert der Situation von Motorstart entspricht.
- d) Zusätzlich kann die jeweilige Adaption des nominellen Initialisierungsreibwertes auf kleine Veränderungen beschränkt werden, damit fälschlich große Änderungen vermieden werden.

Auch können Kombinationen der oben angeführten Merkmale vorteilhaft sein.

Es ist vorteilhaft, eine Reibwertinitialisierung bei eingeschalteter Zündung vorzugsweise dann durchzuführen, wenn zu erwarten ist, daß der Reibwert der bei der vorhergehenden Zündungsphase ermittelt und adaptiert wurde, wesentlich unterschiedlich ist, als der aktuelle Reibwert. Aus diesem Grund kann die Reibwertinitialisierung zweckmäßiger Weise durchgeführt werden wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Um die Bedingung für eine Reibwertinitialisierung zu erkennen, ist es zweckmäßig, wenn am Ende einer Betriebsphase die aktuelle Kupplungstemperatur beispielsweise in einem Speicher, wie einem EEPROM, abgespeichert wird. Bei eingeschalteter Zündung wird diese Temperatur ausgelesen und mit der aktuellen Temperatur verglichen. Eine Reibwertinitialisierung ist dann zweckmäßig, wenn ein großer Temperaturunterschied zwischen diesen beiden ermittelten Temperaturen vorliegt.

Die aktuelle Kupplungstemperatur wird beispielsweise mittels eines Temperaturmodells berechnet oder sie kann auch mittels eines Temperatursensors gemessen werden. Hierbei ist es sinnvoll alle oder zumindest einen Teil folgender Signale zu verwenden: Getriebetemperatur, Motortemperatur, Außentemperatur, Motorabstellzeit und Kühlwassertemperatur.



Es hat sich herausgestellt, daß zwischen dem von der Steuerung verwendeten Reibwert zur Berechnung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes und der Kupplungstemperatur Rückwirkungen bestehen. Wird der Reibwert über längere Zeit nicht adaptiert, so kann sich die Kupplungstemperatur dennoch erheblich ändern. Möglich ist dies z.B. in folgenden Situationen:

- Bei einem abgestellten Fahrzeug;
- Bei einem Hybridfahrzeug, das längere Zeit nur mit Elektromotor als Antriebsmotor fährt;
- Wenn Schaltungen mit geschlossener Kupplung durchgeführt werden und dadurch die Adaptionmöglichkeit während der Schaltung fehlt, beispielsweise in einem Hybridfahrzeug oder einem Fahrzeug mit Lastschaltgetriebe.
- Ein falscher Reibwert während der Anfahrt oder beim Wiedereinkuppeln nach einer Schaltung kann zu Triebstrangschwingungen und schlechtem Komfort führen.

Vorteilhaft ist es, wenn eine Temperaturabhängigkeit des Reibwertes zunächst ermittelt wird:

$$Rw = \text{function1}(Rw_{TU}, T_{cC}). \quad (1)$$

Dabei bezeichnet  $Rw$  den temperaturabhängigen Reibwert, der in der Kupplungssteuerung für alle Berechnungen beispielsweise von Kupplungsdrehmomenten benutzt wird.  $Rw_{TU}$  ist der temperaturunabhängige Reibwert und  $T_{cC}$  bezeichnet die aktuelle Kupplungstemperatur. Zweckmäßig ist, daß diese Funktion bezüglich der Kupplungstemperatur invertierbar ist, um den temperaturunabhängigen Reibwert aus dem aktuellen Reibwert ermitteln zu können:

$$Rw_{TU} = \text{function2}(Rw, T_{cC}). \quad (2)$$

Die beiden Funktionen können arithmetisch oder über Tabellen definiert sein. Eine einfache Implementierung erfolgt z.B. in Form eines temperaturabhängigen Korrekturfaktors  $F(T_{cC})$  zwischen den beiden Reibwerten:

$$Rw = Rw_{TU} * F(T_{cC}) \quad \text{und} \quad (3)$$

$$Rw_{TU} = Rw / F(T_{cC}). \quad (4)$$

Die beiden Werte  $Rw$  und  $Rw_{TU}$  werden nach Ausschalten der Zündung im Speicher, beispielsweise im EEPROM, gespeichert. Der Wert  $Rw_{TU}$  ist beispielsweise abhängig von der Reibbelagart des Reibbelags der Kupplung, dem Abrieb oder auch der Feuchte des Kupplungsbelages, so daß eine Adaption notwendig ist. Vorteilhaft ist die Adaption von  $Rw$  während der Anfahrt oder beim Wiedereinkuppeln nach einer Schaltung.

Erfindungsgemäß ist es zweckmäßig, den temperaturabhängigen Reibwert  $Rw$  nach dem Systemstart und jeweils vor der Anfahrt bzw. vor einem Wiedereinkuppeln beispielsweise durch (1) bzw. (3) zu initialisieren. Da eine eventuelle sprungartige Änderung des Reibwertes  $Rw$  zu einem Sprung des Kupplungsmomentes führen kann, ist es zweckmäßig, wenn diese Initialisierung nur in solchen Situationen getätigt wird, in denen ein solcher Momentensprung unkritisch ist. Vorzugsweise wird diese Initialisierung oder Vorsteuerung des Reibwertes deshalb z.B. durchgeführt, wenn die Kupplung vollständig geschlossen ist, z.B. bei einem Systemstart oder bei jedem Volumenausgleich einer Hydraulikstrecke, wie Schnüffeln und/oder wenn die Kupplung offen ist und/oder wenn die Kupplung ein sehr geringes Moment überträgt.

Nach einer vollständigen Adaption kann der temperaturunabhängige Reibwert mit Hilfe von (2) bzw. (4) dieser Adaption nachgezogen werden. Vorzugsweise wird diese „Rückspeisung“ der Adaption in den temperaturunabhängigen Reibwert nicht direkt, sondern über eine Filterung durchgeführt, um starke

Schwankungen von  $RwTU$  zu vermeiden. Desweiteren ist eine zweistufige Filterung mit verschiedenen Zeitkonstanten möglich. Das Ergebnis der Kurzzeitfilterung,  $RwTU1$ , würde dann kurzfristige Reibwertänderungen durch z.B. hohe Feuchte enthalten; er gilt nur für eine Fahrt und wird bei jedem Systemstart dem Langzeitwert gleichgesetzt. Der Langzeitwert als Ergebnis der längerfristigen Filterung,  $RwTU2$ , enthält den temperaturunabhängigen Reibwert, der sich nur durch Alterung etc. ändert. Eine Adaption des temperaturunabhängigen Reibwertes kann unterbunden werden, wenn z.B. die Kupplungstemperatur extrem niedrige oder hohe Werte aufweist, für die ggfs. die Temperaturabhängigkeit nicht sicher bekannt ist. Voraussetzung für eine „richtige“ Initialisierung beim Systemstart ist ein guter Schätzwert der Kupplungstemperatur zu diesem Zeitpunkt.

Bei Fahrzeugen mit automatisiertem Getriebe und/oder automatisierter Kupplung existiert eine sogenannte Reibwertadaption, d.h. der Reibwert wird in der Steuer- software adaptiert und somit den physikalischen Gegebenheiten angepaßt. Für diese Adaption kann das Motormoment sowie die Motorbeschleunigung herangezogen werden:

$$(MK_{Kupplung} = MM_{Motor} - j \cdot \dot{\omega}_{Motor})$$

Wird in Folge falscher Momentensignale bzw. anderer Ungenauigkeiten der Reibwert fälschlich zu tief adaptiert, so wird nach jeder Schaltung fälschlich zuviel Kupplungsmoment aufgebaut. Dies hat zur Folge, daß der Schlupf sehr schnell abgebaut wird, was sich teilweise durch eine ruckelige Schaltung äußert. Ist der Fehler beseitigt, d.h. die Signale stimmen wieder mit den physikalischen Werten überein, so läuft theoretisch der Reibwert wieder nach oben, d.h. er wird richtig adaptiert. In Folge der sehr kurzen Schlupfzeit dauert es allerdings extrem lange bis der Reibwert seinen ursprünglichen Wert angenommen hat.

Die Schlupfzeit nach einer Schaltung zu detektieren und in Abhängigkeit weiterer Signale eine Notadaption des Reibwertes nach oben hin durchzuführen. Ist der

Reibwert korrekt, so ist die Schlupfzeit nach einer Schaltung in Abhängigkeit des Pedalwertes konstant. Die Schlupfzeit ist zwar noch von weiteren Faktoren wie z.B. Steigung und / oder Anhänger abhängig, diese Faktoren können aber durch eine geeignete Abstimmung eliminiert werden. Der Reibwert kann also notadap-  
5 tiert werden, wenn die Schlupfzeit einen bestimmten Wert in Abhängigkeit des Pedalwertes überschreitet. Der Zusammenhang zwischen Schlupfzeit und Notadaption des Reibwertes kann nach einer mathematischen Funktionen erfolgen. Insbesondere sinnvoll ist ein linearer Zusammenhang, d.h. je höher die Schlupfzeit desto mehr muß der Reibwert nach oben adaptiert werden. Bei dieser Art der  
10 Adaption wird also nicht das Motormoment und die Motorbeschleunigung, sondern die Schlupfzeit und der Pedalwert herangezogen:

$$\text{Reibwert} = f(\text{Schlupfzeit, Pedalwert, ....})$$

Wird eine Kupplung in kurzer Zeit schnell erwärmt, so verändert sich der Reibwert  
15 der Kupplung. Um dieses Phänomen zu kompensieren, ist es zweckmäßig, in einer Steuerungssoftware eine sogenannte Reibwertadaption durchzuführen. Damit die Reibwertadaption innerhalb des Steuerungsprogramms stabil läuft, ist eine Begrenzung der maximalen Veränderung des Reibwertes zweckmäßig, d.h. der Reibwert darf nur um z.B. maximal  $\pm 15$  Inkremente verändert werden.

20 Steigt die Kupplungstemperatur schnell an, so kann es passieren daß die Reibwertadaption in Folge der Begrenzung „zu langsam“ ist. Eine generelle Erhöhung der maximalen Veränderung des Reibwertes ist jedoch nicht unbedingt vorteilhaft, weil damit die Stabilität der Adaption gefährdet werden könnte.

25 Ist die RW-Adaption „zu langsam“, so äußert sich das derart, daß fälschlich zu wenig Kupplungsmoment aufgebaut wird, d.h. bei Schaltungen oder Anfahrten gibt es zu viel Schlupf.

30 Erfindungsgemäß sind folgende Maßnahmen zweckmäßig:

Beeinflussung der Reibwertadaption: Maximales Reibwertinkrement =  $f(T_{\text{Kupplung}})$

Steigt die Kupplungstemperatur schnell an, so kann dies bei der Reibwertadaption dadurch berücksichtigt werden, daß das maximale Reibwertinkrement von einem beispielsweise fest vorgegebenen Wert, beispielsweise 15 Inkrementen, erhöht wird. Das maximale Reibwertinkrement kann auch in Abhängigkeit des Temperaturgradienten erhöht werden. Der Zusammenhang zwischen Kupplungstemperatur bzw. Gradient der Kupplungstemperatur und Maximale Reibwertinkrement kann nach einer mathematischen Formel geschehen. Besonders sinnvoll ist ein linearer Zusammenhang d.h. je höher die Kupplungstemperatur bzw. je größer der Temperaturgradient, desto größer (betragsmäßig) kann das maximale Reibwertinkrement sein.

15 Beeinflussung der Reibwertadaption: Berücksichtigung eines Faktors oder Offset in Abhängigkeit der Kupplungstemperatur:

Wird das Fahrzeug mit heißer Kupplung und tiefem Reibwert abgestellt und die Zündung erst wieder nach dem Abkühlen der Kupplung eingeschaltet, so ist der von der Steuersoftware verwendete Reibwert fälschlicherweise zu tief. Um dies zu verbessern, könnte nicht direkt der Reibwert in Abhängigkeit der Kupplungstemperatur (oder Gradient) sondern ein Faktor oder Offset auf den Reibwert in Abhängigkeit der Temperatur verändert werden. Dieser Faktor oder Offset kann beispielsweise beim Wiedereinschalten der Zündung auf 1 (falls Faktor) und/oder auf 0 (falls Offset) initialisiert werden. Neben der Verwendung eines Faktors oder eines additiven Offset besteht auch noch die Möglichkeit die Information „Kupplung war bei Ausschalten der Zündung heiß“ mit abzuspeichern. In diesem Fall kann beim Einschalten der Zündung das maximale Reibwertinkrement ebenfalls erhöht werden. Somit wird erreicht, daß der zu tiefe Reibwert schneller nach oben adaptiert wird.

Beeinflussung der Anfahrt an sich bei zu großem Schlupf:

Eine weitere erfindungsgemäße Lösung besteht darin, den zu großen Schlupf direkt zu eliminieren, indem ein I-Anteil der Regelung oder Steuerung auch bei Anfahrten aktivierbar ist.

- 5 Um Anfahrten bei normaler Kupplungstemperatur ( $TK_{\text{Kupplung}} < \text{Grenzwert}$ ) nicht negativ zu beeinflussen, ist es zweckmäßig, den I-Anteil erst dann zu aktivieren, wenn  $TK_{\text{Kupplung}} > \text{Grenzwert}$  ist.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine erste beispielhafte Ausführungsform der Erfindung in schematischer Ansicht,

Fig. 2 eine zweite beispielhafte Ausführungsform der Erfindung in schematischer Ansicht,

- 15 Fig. 3 ein Blockschaltbild

Fig. 4a und Fig. 4b jeweils Diagramme.

- Die Fig. 1 zeigt schematisch ein Fahrzeug 1 mit einer Antriebseinheit 2, wie Motor oder Brennkraftmaschine. Weiterhin ist im Antriebsstrang des Fahrzeuges ein Drehmomentübertragungssystem 3 und ein Getriebe 4 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Drehmomentübertragungssystem 3 im Kraftfluß zwischen Motor und Getriebe angeordnet, wobei ein Antriebsmoment des Motors über das Drehmomentübertragungssystem an das Getriebe und von dem Getriebe 4 abtriebsseitig an eine Abtriebswelle 5 und an eine nachgeordnete Achse 6 sowie an die Räder 6a übertragen wird.
- 20
- 25

Das Drehmomentübertragungssystem 3 ist als Kupplung, wie Reibungskupplung, Lamellenkupplung, Magnetpulverkupplung oder Wandlerüberbrückungskupplung ausgestaltet, wobei die Kupplung eine selbsteinstellende, eine verschleißausgleichende Kupplung sein kann. Das Getriebe 4 ist als Handschaltgetriebe, wie Wechselstufengetriebe, dargestellt. Entsprechend des erfindungsgemäßen Gedankens kann das Getriebe aber auch ein automatisiertes Schaltgetriebe sein, welches mittels zumindest eines Aktors automatisiert geschaltet werden kann. Als automatisiertes Schaltgetriebe ist im weiteren ein automatisiertes Getriebe zu verstehen, welches mit einer Zugkraftunterbrechung geschaltet wird und der Schaltvorgang der Getriebeübersetzung mittels zumindest eines Aktors angesteuert durchgeführt wird.

Weiterhin kann auch ein Automatgetriebe Verwendung finden, wobei ein Automatgetriebe ein Getriebe im wesentlichen ohne Zugkraftunterbrechung bei den Schaltvorgängen ist und das in der Regel durch Planetengetriebestufen aufgebaut ist.

Weiterhin kann ein stufenlos einstellbares Getriebe, wie beispielsweise Kegelscheibenumschlingungsgetriebe eingesetzt werden. Das Automatgetriebe kann auch mit einem abtriebsseitig angeordneten Drehmomentübertragungssystem 3, wie Kupplung oder Reibungskupplung, ausgestaltet sein. Das Drehmomentübertragungssystem kann weiterhin als Anfahrkupplung und/oder Wendesatzkupplung zur Drehrichtungsumkehr und/oder Sicherheitskupplung mit einem gezielt ansteuerbaren übertragbaren Drehmoment ausgestaltet sein. Das Drehmomentübertragungssystem kann eine Trockenreibungskupplung oder eine naß laufende Reibungskupplung sein, die beispielsweise in einem Fluid läuft. Ebenso kann sie ein Drehmomentwandler sein.

Das Drehmomentübertragungssystem 3 weist eine Antriebsseite 7 und eine Abtriebsseite 8 auf, wobei ein Drehmoment von der Antriebsseite 7 auf die Abtriebsseite 8 übertragen wird, indem die Kupplungsscheibe 3a mittels der Druckplatte 3b, der Tellerfeder 3c und dem Ausrücklager 3e sowie dem

Schwungrad 3d kraftbeaufschlagt wird. Zu dieser Beaufschlagung wird der Ausrückhebel 20 mittels einer Betätigungseinrichtung, wie Aktor, betätigt.

Die Ansteuerung des Drehmomentübertragungssystems 3 erfolgt mittels einer Steuereinheit 13, wie Steuergerät, welches die Steuerelektronik 13a und den Aktor 13b umfassen kann. In einer anderen vorteilhaften Ausführung kann der Aktor und die Steuerelektronik auch in zwei unterschiedlichen Baueinheiten, wie Gehäusen, angeordnet sein.

Die Steuereinheit 13 kann die Steuer- und Leistungselektronik zur Ansteuerung des Elektromotors 12 des Aktors 13b enthalten. Dadurch kann beispielsweise vorteilhaft erreicht werden, daß das System als einzigen Bauraum den Bauraum für den Aktor mit Elektronik benötigt. Der Aktor besteht aus einem Antriebsmotor 12, wie Elektromotor, wobei der Elektromotor 12 über ein Getriebe, wie Schneckengetriebe oder Stirnradgetriebe oder Kurbelgetriebe oder Gewindespindelgetriebe, auf einen Geberzylinder 11 wirkt. Diese Wirkung auf den Geberzylinder kann direkt oder über ein Gestänge erfolgen.

Die Bewegung des Ausgangsteiles des Aktors, wie des Geberzylinderkolbens 11a, wird mit einem Kupplungswegsensor 14 detektiert, welcher die Position oder Stellung oder die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung einer Größe detektiert, welche proportional zur Position bzw. Einrückposition respektive der Geschwindigkeit oder Beschleunigung der Kupplung ist. Der Geberzylinder 11 ist über eine Druckmittelleitung 9, wie Hydraulikleitung, mit dem Nehmerzylinder 10 verbunden. Das Ausgangselement 10a des Nehmerzylinders ist mit dem Ausrückhebel oder Ausrückmittel 20 wirkverbunden, so daß eine Bewegung des Ausgangsteiles 10a des Nehmerzylinders 10 bewirkt, daß das Ausrückmittel 20 ebenfalls bewegt oder verkippt wird, um das von der Kupplung 3 übertragbare Drehmoment anzusteuern.

Der Aktor 13b zur Ansteuerung des übertragbaren Drehmoments des Drehmomentübertragungssystems 3 kann druckmittelbetätigbar sein, d.h., es kann



mittels Druckmittelgeber- und Nehmerzylinder ausgerüstet sein. Das Druckmittel kann beispielsweise ein Hydraulikfluid oder ein Pneumatikmedium sein. Die Betätigung des Druckmittelgeberzylinders kann elektromotorisch vorgesehen sein, wobei der Elektromotor 12 elektronisch angesteuert werden kann. Das

5 Antriebselement des Aktors 13b kann neben einem elektromotorischen Antriebselement auch ein anderes, beispielsweise druckmittelbetätigtes Antriebselement sein. Weiterhin können Magnetaktoren verwendet werden, um eine Position eines Elementes einzustellen.

Bei einer Reibungskupplung erfolgt die Ansteuerung des übertragbaren Drehmomentes dadurch, daß die Anpressung der Reibbeläge der Kupplungs-  
10 scheibe zwischen dem Schwungrad 3d und der Druckplatte 3b gezielt erfolgt. Über die Stellung des Ausrückmittels 20, wie Ausrückgabel oder Zentralausrücker, kann die Kraftbeaufschlagung der Druckplatte respektive der Reibbeläge gezielt angesteuert werden, wobei die Druckplatte dabei zwischen zwei Endpo-  
15 sitionen bewegt und beliebig eingestellt und fixiert werden kann. Die eine Endposition entspricht einer völlig eingerückten Kupplungsposition und die andere Endposition einer völlig ausgerückten Kupplungsposition. Zur Ansteuerung eines übertragbaren Drehmomentes, welches beispielsweise geringer ist als das momentan anliegende Motormoment, kann beispielsweise eine Position der  
20 Druckplatte 3b angesteuert werden, die in einem Zwischenbereich zwischen den beiden Endpositionen liegt. Die Kupplung kann mittels der gezielten Ansteuerung des Ausrückmittels 20 in dieser Position fixiert werden. Es können aber auch übertragbare Kupplungsmomente angesteuert werden, die definiert über den momentan anstehenden Motormomenten liegen. In einem solchen  
25 Fall können die aktuell anstehenden Motormomente übertragen werden, wobei die Drehmoment-Ungleichförmigkeiten im Antriebsstrang in Form von beispielsweise Drehmomentspitzen gedämpft und/oder isoliert werden.

Zur Ansteuerung, wie Steuerung oder Regelung, des Drehmomentübertragungssystems werden weiterhin Sensoren verwendet, die zumindest zeitweise  
30 die relevanten Größen des gesamten Systems überwachen und die zur Steue-

5      rung notwendigen Zustandsgrößen, Signale und Meßwerte liefern, die von der Steuereinheit verarbeitet werden, wobei eine Signalverbindung zu anderen Elektronikeinheiten, wie beispielsweise zu einer Motorelektronik oder einer Elektronik eines Antiblockiersystems (ABS) oder einer Antischlupfregelung (ASR) vorgesehen sein kann und bestehen kann. Die Sensoren detektieren beispielsweise Drehzahlen, wie Raddrehzahlen, Motordrehzahlen, die Position des Lasthebels, die Drosselklappenstellung, die Gangposition des Getriebes, eine Schaltabsicht und weitere fahrzeugspezifische Kenngrößen.

10      Die Fig. 1 zeigt, daß ein Drosselklappensensor 15, ein Motordrehzahlsensor 16, sowie ein Tachosensor 17 Verwendung finden und Meßwerte bzw. Informationen an das Steuergerät weiterleiten. Die Elektronikeinheit, wie Computereinheit, der Steuereinheit 13a verarbeitet die Systemeingangsgrößen und gibt Steuersignale an den Aktor 13b weiter.

15      Das Getriebe ist als Stufenwechselgetriebe ausgestaltet, wobei die Übersetzungsstufen mittels eines Schalthebels gewechselt werden oder das Getriebe mittels dieses Schalthebels betätigt oder bedient wird. Weiterhin ist an dem Bedienhebel, wie Schalthebel 18, des Handschaltgetriebes zumindest ein Sensor 19b angeordnet, welcher die Schaltabsicht und/oder die Gangposition detektiert und an das Steuergerät weiterleitet. Der Sensor 19a ist am Getriebe angelenkt und detektiert die aktuelle Gangposition und/oder eine Schaltabsicht. Die Schaltabsichtserkennung unter Verwendung von zumindest einem der beiden Sensoren 19a, 19b kann dadurch erfolgen, daß der Sensor ein Kraftsensor ist, welcher die auf den Schalthebel wirkende Kraft detektiert. Weiterhin kann der Sensor aber auch als Weg- oder Positionssensor ausgestaltet sein, wobei die  
20      Steuereinheit aus der zeitlichen Veränderung des Positionssignals eine Schaltabsicht erkennt.

Das Steuergerät steht mit allen Sensoren zumindest zeitweise in Signalverbindung und bewertet die Sensorsignale und Systemeingangsgrößen in der Art und Weise, daß in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunktes die Steuerein-

heit Steuer- oder Regelungsbefehle an den zumindest einen Aktor ausgibt. Das Antriebselement 12 des Aktors, wie Elektromotor, erhält von der Steuereinheit, welche die Kupplungsbetätigung ansteuert, eine Stellgröße in Abhängigkeit von Meßwerten und/oder Systemeingangsgrößen und/oder Signalen der angeschlossenen Sensorik. Hierzu ist in dem Steuergerät ein Steuerprogramm als

5 Hard- und/oder als Software implementiert, das die eingehenden Signale bewertet und anhand von Vergleichen und/oder Funktionen und/oder Kennfeldern die Ausgangsgrößen berechnet oder bestimmt.

Das Steuergerät 13 hat in vorteilhafter Weise eine Drehmomentbestimmungseinheit, eine Gangpositionsbestimmungseinheit, eine Schlupfbestimmungseinheit und/oder eine Betriebszustandsbestimmungseinheit implementiert oder sie steht mit zumindest einer dieser Einheiten in Signalverbindung. Diese Einheiten können durch Steuerprogramme als Hardware und/oder als Software implementiert sein, so daß mittels der eingehenden Sensorsignale das Drehmoment

15 der Antriebseinheit 2 des Fahrzeuges 1, die Gangposition des Getriebes 4 sowie der Schlupf, welcher im Bereich des Drehmomentübertragungssystems herrscht und der aktuelle Betriebszustand des Fahrzeuges bestimmt werden kann. Die Gangpositionsbestimmungseinheit ermittelt anhand der Signale der Sensoren 19a und 19b den aktuell eingelegten Gang. Dabei sind die Sensoren

20 am Schalthebel und/oder an getriebeinternen Stellmitteln, wie beispielsweise einer zentralen Schaltwelle oder Schaltstange, angelenkt und diese detektieren, beispielsweise die Lage und/oder die Geschwindigkeit dieser Bauteile. Weiterhin kann ein Lasthebelsensor 31 am Lasthebel 30, wie Gaspedal, angeordnet sein, welcher die Lasthebelposition detektiert. Ein weiterer Sensor 32 kann als

25 Leerlaufschalter fungieren, d.h. bei betätigtem Gaspedal, wie Lasthebel, ist dieser Leerlaufschalter 32 eingeschaltet und bei einem nicht betätigten Signal ist er ausgeschaltet, so daß durch diese digitale Information erkannt werden kann, ob der Lasthebel, wie Gaspedal, betätigt wird. Der Lasthebelsensor 31 detektiert den Grad der Betätigung des Lasthebels.

Die Fig. 1 zeigt neben dem Gaspedal 30, wie Lasthebel, und den damit in Verbindung stehenden Sensoren ein Bremsenbetätigungselement 40 zur Betätigung der Betriebsbremse oder der Feststellbremse, wie Bremspedal, Handbremshebel oder hand- oder fußbetätigtes Betätigungselement der Feststellbremse. Zumindest ein Sensor 41 ist an dem Betätigungselement 40 angeordnet und überwacht dessen Betätigung. Der Sensor 41 ist beispielsweise als digitaler Sensor, wie Schalter, ausgestaltet, wobei dieser detektiert, daß das Betätigungselement betätigt ist oder nicht betätigt ist. Mit diesem Sensor kann eine Signaleinrichtung, wie Bremsleuchte, in Signalverbindung stehen, welche signalisiert, daß die Bremse betätigt ist. Dies kann sowohl für die Betriebsbremse als auch für die Feststellbremse erfolgen. Der Sensor kann jedoch auch als analoger Sensor ausgestaltet sein, wobei ein solcher Sensor, wie beispielsweise ein Potentiometer, den Grad der Betätigung des Betätigungselementes ermittelt. Auch dieser Sensor kann mit einer Signaleinrichtung in Signalverbindung stehen.

Die Fig. 2 zeigt schematisch einen Antriebsstrang eines Fahrzeuges mit einer Antriebseinheit 100, einem Drehmomentübertragungssystem 102, einem Getriebe 103, einem Differential 104 sowie Antriebsachsen 109 und Rädern 106. Das Drehmomentübertragungssystem 102 ist auf oder an einem Schwungrad 102a angeordnet oder befestigt, wobei das Schwungrad in der Regel einen Anlasserzahnkranz 102b trägt. Das Drehmomentübertragungssystem weist eine Druckplatte 102d, einen Kupplungsdeckel 102e, eine Tellerfeder 102f und eine Kupplungsscheibe 102c mit Reibbelägen auf. Zwischen der Kupplungsscheibe 102d und dem Schwungrad 102a ist die Kupplungsscheibe 102c gegebenenfalls mit einer Dämpfungseinrichtung angeordnet. Ein Kraftspeicher, wie Tellerfeder 102f, beaufschlagt die Druckplatte in axialer Richtung auf die Kupplungsscheibe hin, wobei ein Ausrücklager 109, wie beispielsweise druckmittelbetätigter Zentralausrücker, zur Betätigung des Drehmomentübertragungssystems vorgesehen ist. Zwischen dem Zentralausrücker und den Tellerfederzungen der Tellerfeder 102f ist ein Ausrücklager 110 angeordnet. Durch eine axiale Verlagerung des Ausrücklagers wird die Tellerfeder beaufschlagt und rückt die

Kupplung aus. Die Kupplung kann weiterhin als gedrückte oder als gezogene Kupplung ausgebildet sein.

Der Aktor 108 ist ein Aktor eines automatisierten Schaltgetriebes, welcher ebenfalls die Betätigungseinheit für das Drehmomentübertragungssystem beinhaltet. Der Aktor 108 betätigt getriebeinterne Schaltelemente, wie beispielsweise eine Schaltwalze oder Schaltstangen oder eine zentrale Schaltwelle des Getriebes, wobei durch die Betätigung die Gänge in beispielsweise sequentieller Reihenfolge oder auch in beliebiger Reihenfolge eingelegt oder herausgenommen werden können. Über die Verbindung 111 wird das Kupplungsbetätigungselement 109 betätigt. Die Steuereinheit 107 ist über die Signalverbindung 112 mit dem Aktor verbunden, wobei die Signalverbindungen 113 bis 115 mit der Steuereinheit in Verbindung stehen, wobei die Leitung 114 eingehende Signale verarbeitet, die Leitung 113 Steuersignale von der Steuereinheit verarbeitet und die Verbindung 115 beispielsweise mittels eines Datenbusses eine Verbindung zu anderen Elektronikeinheiten herstellt.

Zum Anfahren oder zum Starten des Fahrzeuges im wesentlichen aus dem Stand oder aus einer langsamen Rollbewegung, wie Kriechbewegung, das heißt zum gezielten fahrerseitig eingeleiteten Beschleunigen des Fahrzeuges, bedient der Fahrer im wesentlichen nur das Gaspedal, wie den Lasthebel 30, wobei die gesteuerte oder geregelte automatisierte Kupplungsbetätigung mittels des Aktors das übertragbare Drehmoment des Drehmomentübertragungssystems bei einem Anfahrvorgang steuert. Durch die Betätigung des Lasthebels wird mittels des Lasthebelsensors 31 der Fahrerwunsch nach einem mehr oder weniger starken oder schnellen Anfahrvorgang detektiert und anschließend von der Steuereinheit entsprechend angesteuert. Das Gaspedal und die Sensorsignale des Gaspedals werden als Eingangsgrößen zur Steuerung des Anfahrvorgangs des Fahrzeuges herangezogen.

Bei einem Anfahrvorgang wird während des Anfahrens das übertragbare Drehmoment, wie Kupplungsmoment  $M_{ksoll}$  im wesentlichen mittels einer vor-

gebbaren Funktion oder anhand von Kennlinien oder Kennfeldern beispielsweise in Abhängigkeit von der Motordrehzahl bestimmt, wobei die Abhängigkeit von der Motordrehzahl oder von anderen Größen, wie dem Motormoment, in vorteilhafter Weise über ein Kennfeld oder eine Kennlinie realisiert wird.

- 5 Wird bei einem Anfahrvorgang, im wesentlichen aus dem Stand oder aus einen Ankriechzustand, bei geringer Geschwindigkeit der Lasthebel bzw. das Gaspedal auf einen bestimmten Wert  $a$  betätigt, so wird mittels einer Motorsteuerung 40 ein Motormoment angesteuert. Die Steuereinheit der automatisierten Kupplungsbetätigung 13 steuert entsprechend vorgegebbarer Funktionen oder Kennfelder das übertragbare Drehmoment des Drehmomentübertragungssystems an, so daß sich ein stationärer Gleichgewichtszustand zwischen dem angesteuerten Motormoment und dem Kupplungsmoment einstellt. Der Gleichgewichtszustand charakterisiert sich in Abhängigkeit von der Lasthebelstellung  $a$  durch eine definierte Anfahrerdrehzahl, ein Anfahr- oder Motormoment sowie ein
- 10 definiertes übertragbares Drehmoment des Drehmomentübertragungssystem und ein auf die Antriebsräder übertragendes Drehmoment, wie beispielsweise Antriebsmoment. Der funktionale Zusammenhang des Anfahrmoments als Funktion der Anfahrerdrehzahl wird im folgenden als Anfahrkennlinie bezeichnet. Die Lasthebelstellung  $a$  ist proportional zur Stellung der Drosselklappe des
- 15 Motors.

- 20 Die Fig. 2 zeigt neben dem Gaspedal 122, wie Lasthebel, und einem damit in Verbindung stehenden Sensor 123 ein Bremsenbetätigungselement 120 zur Betätigung der Betriebsbremse oder der Feststellbremse, wie Bremspedal, Handbremshebel oder hand- oder fußbetätigtes Betätigungselement der Fest-
- 25 stellbremse. Zumindest ein Sensor 121 ist an dem Betätigungselement 120 angeordnet und überwacht dessen Betätigung. Der Sensor 121 ist beispielsweise als digitaler Sensor, wie Schalter, ausgestaltet, wobei dieser detektiert, daß das Betätigungselement betätigt ist oder nicht betätigt ist. Mit diesem Sensor kann eine Signaleinrichtung, wie Bremsleuchte, in Signalverbindung stehen, welche
- 30 signalisiert, daß die Bremse betätigt ist. Dies kann sowohl für die Betriebsbrem-

se als auch für die Feststellbremse erfolgen. Der Sensor kann jedoch auch als analoger Sensor ausgestaltet sein, wobei ein solcher Sensor, wie beispielsweise ein Potentiometer, den Grad der Betätigung des Betätigungselementes ermittelt. Auch dieser Sensor kann mit einer Signaleinrichtung in Signalverbindung stehen.

Die Figur 3 zeigt ein Blockschaltbild zur Darstellung einer Bestimmung eines Drehzahlgradienten.

Die Figur 4a und die Figur 4b zeigen Diagramme zur Darstellung eines Reibwertes als Funktion der Abstellzeit eines Motors oder eines Fahrzeuges bzw. als Funktion der Temperatur.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

15

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

20

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

25

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen. --



LuK Lamellen und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

GS 0506

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten  
5 Steuerung eines Aggregats im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges.

Fig. 1

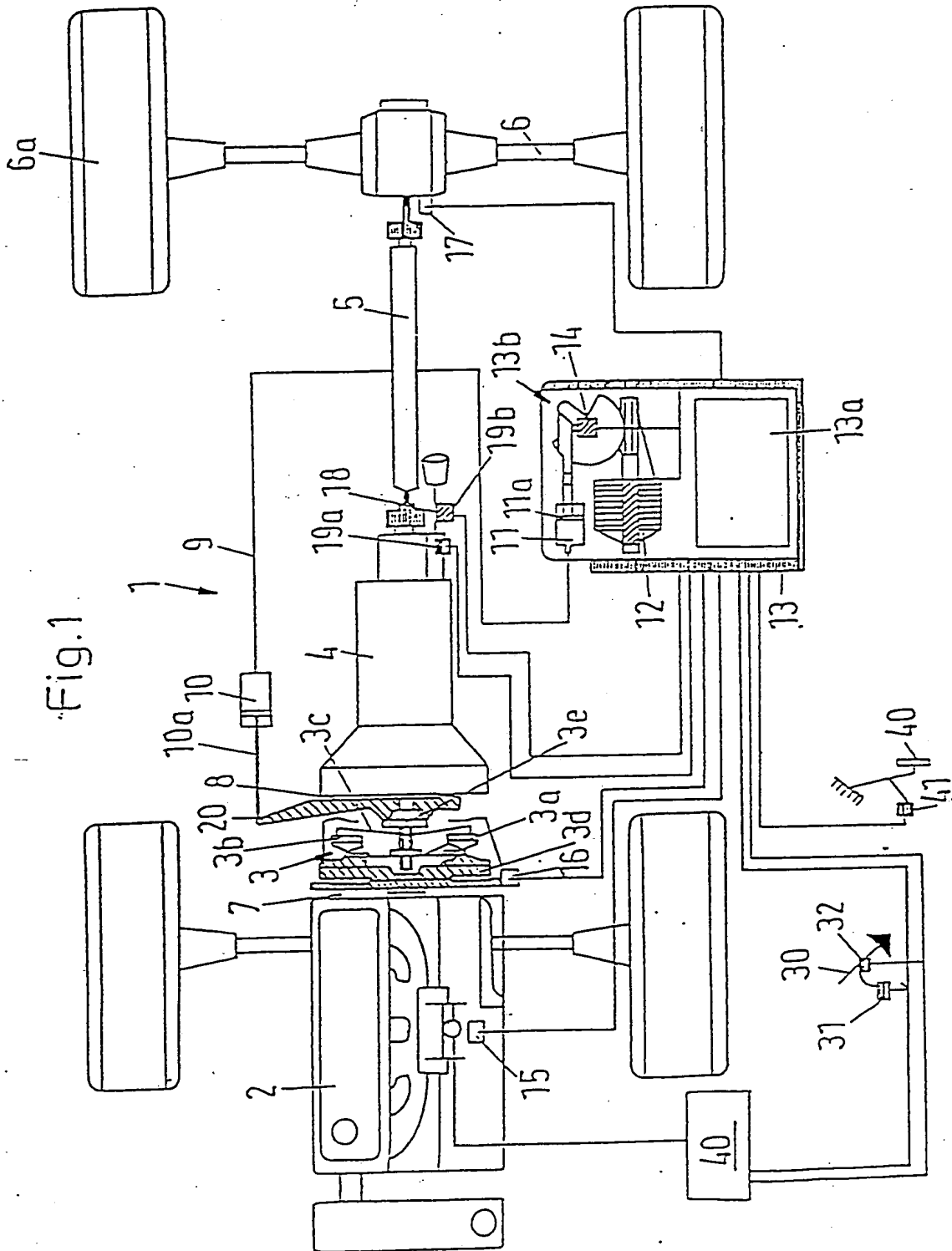


Fig.2

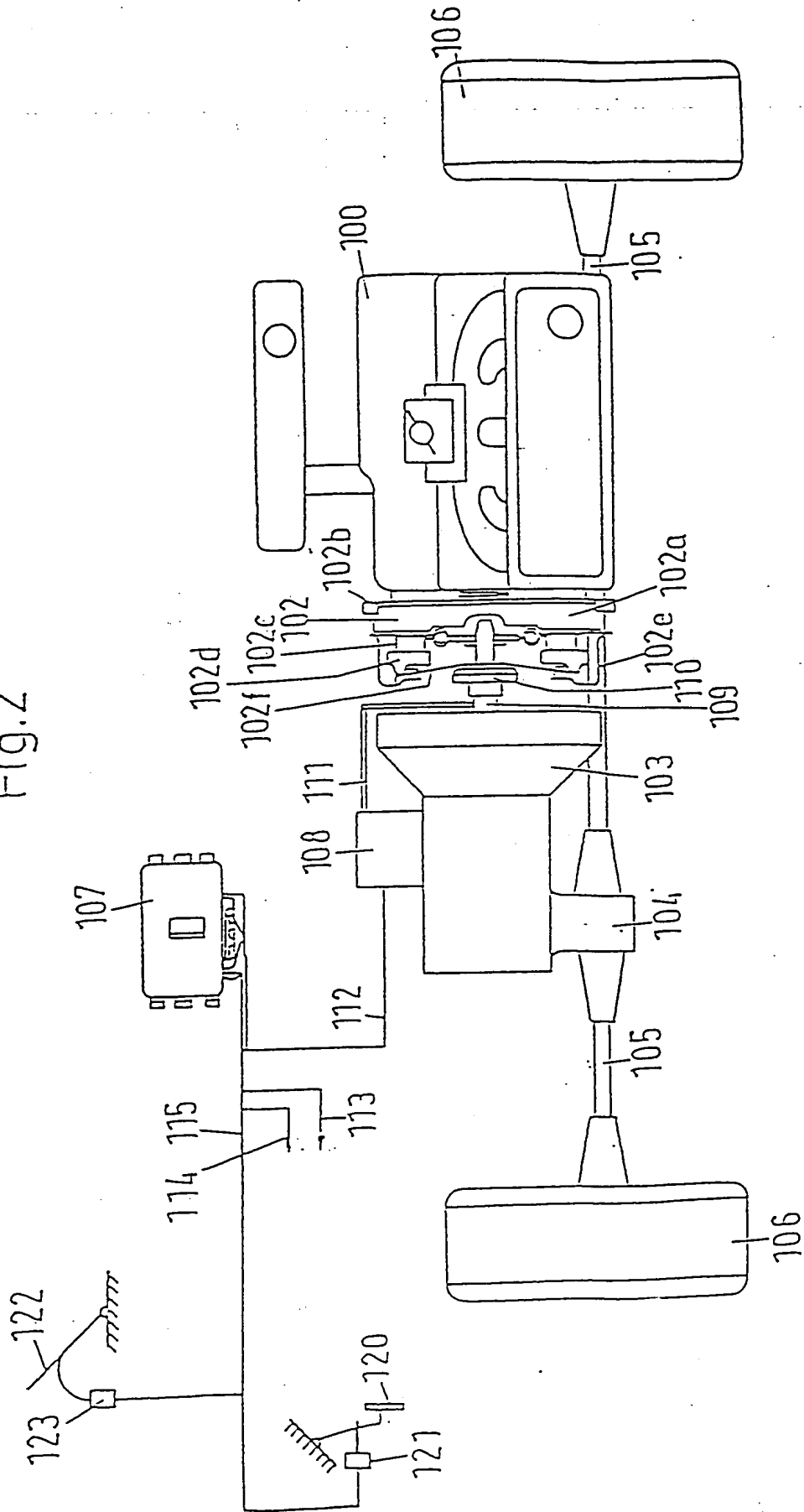


Fig. 3

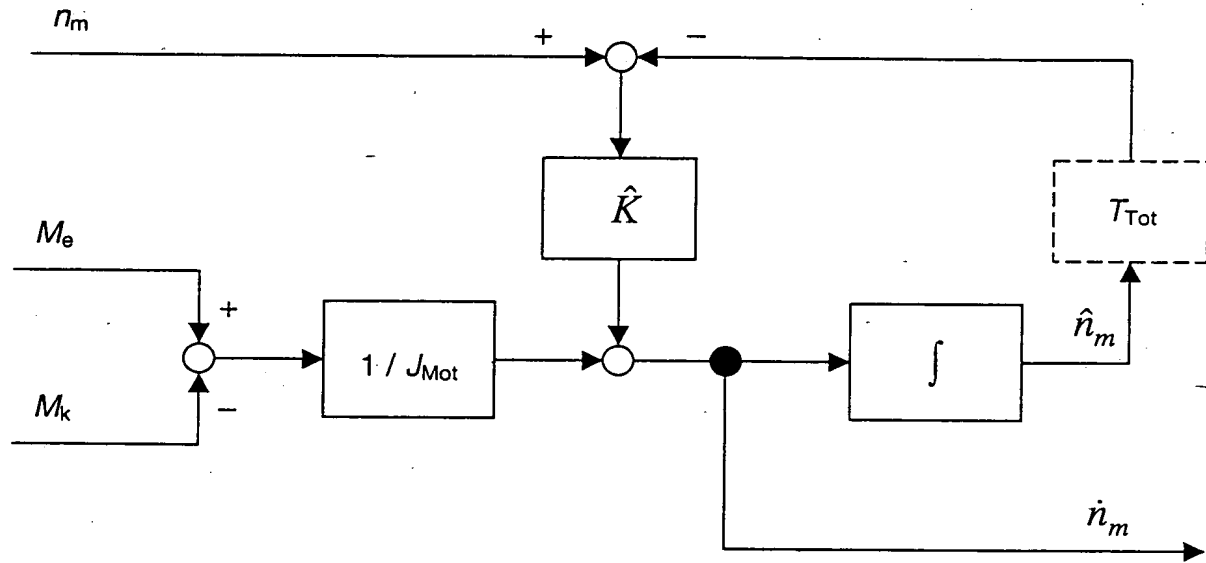


Fig. 4a

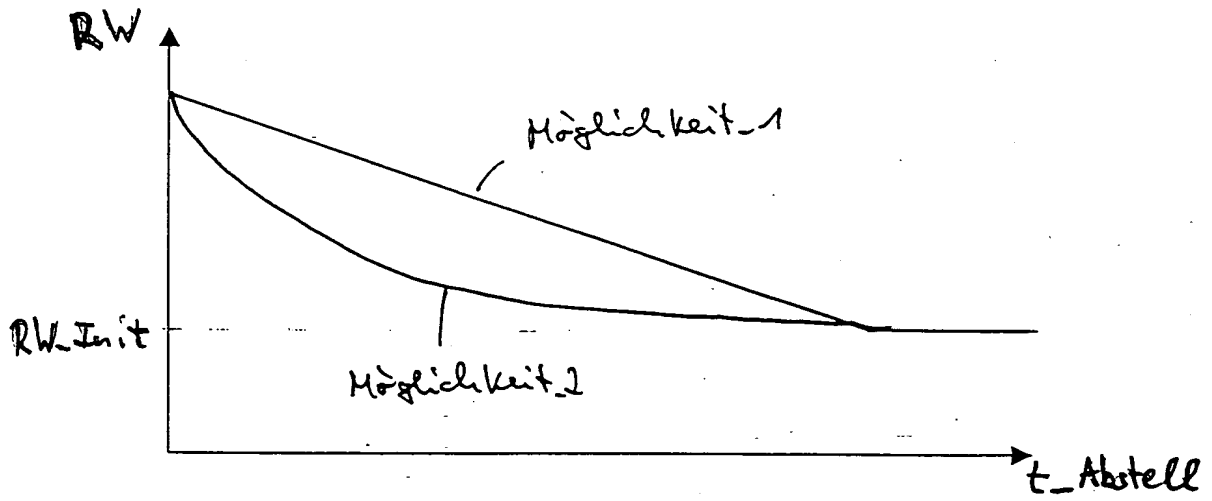


Fig. 4b

